



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tobias Krimmer Examiner: N/A
Serial No.: 09/885,591 Group Art Unit: N/A
Filed: June 19, 2001 Docket: G&C 30566.193-US-01
Title: GENERATING A 2D VIEW OF A 3D MODEL

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION UNDER 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on July 24, 2001.

By: Jason S. Feldmar

Name: Jason S. Feldmar

COMMUNICATION REGARDING PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Please place the following Certified Priority Document into the file of the above-identified patent application, as follows:

German Patent Application No. 100 31 042.7, filed on June 26, 2000

Respectfully submitted,

Tobias Krimmer

By his attorneys,

GATES & COOPER LLP

6701 Center Drive West, Suite 1050
Los Angeles, California 90045
(310) 641-8797

Date: July 24, 2001

By: Jason S. Feldmar

Name: Jason S. Feldmar

Reg. No.: 39,187

JSF/io

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 31 042.7

Anmeldetag: 26. Juni 2000

Anmelder/Inhaber: Autodesk, Inc.,
San Rafael, Calif./US

Bezeichnung: Erzeugen einer 2D-Ansicht eines 3D-Modells

IPC: G 06 F, G 06 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juni 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weihmayr



Erzeugen einer 2D-Ansicht eines 3D-Modells

Die Erfindung betrifft allgemein das technische Gebiet des computergestützten
5 Entwerfens (CAD - computer aided design). Spezieller betrifft die Erfindung die
automatische Erzeugung von zweidimensionalen Ansichten (2D-Ansichten) eines
dreidimensionalen Modells (3D-Modell) durch ein CAD-Programm.


CAD-Programme werden heute bei einer Vielzahl von Konstruktions-, Entwurfs-,
10 und Entwicklungsaufgaben eingesetzt. Neben der ursprünglichen Funktionalität
des technischen Zeichnens stellen heutige CAD-Programme Hilfsmittel für den
gesamten Entwurfsprozeß und zum Teil auch für weitere Gebiete wie die Herstel-
lung und Qualitätskontrolle bereit. Im hier verwendeten Sinne soll der Begriff
"CAD-Programm" daher in seiner breitesten Bedeutung als jedes Computerpro-
15 gramm verstanden werden, das ein Zeichen- und/oder Entwurfsmodul und mög-
licherweise weitere Module aufweist. Ein weit verbreitetes CAD-Programm wird
von der Anmelderin unter der Marke "AutoCAD" hergestellt und vertrieben.

Generell wird bei Verwendung eines derartigen CAD-Programms im Entwurfs-
20 prozeß ein 3D-Modell des gewünschten Geräts oder der gewünschten Baugruppe
erstellt. Dieses 3D-Modell kann in hoher, teils fotorealistischer Qualität aus allen
Blickwinkeln betrachtet werden. Spätestens für die Fertigstellungsvorbereitung sind
jedoch Konstruktionspläne in Form von genauen 2D-Ansichten des 3D-Modells
erforderlich. Insbesondere werden die üblichen Normalprojektionen (Vorder-
25 ansicht, Seitenansichten, Draufsicht, Untersicht, Rückansicht) sowie weitere
Ansichten benötigt. Der Begriff "Ansicht" umfaßt hierbei sowohl geschnittene als
auch ungeschnittene Darstellungen.

Es ist bekannt, solche 2D-Ansichten durch mathematische Projektionsverfahren
30 aus dem 3D-Modell zu berechnen. Diese Verfahren entsprechen im wesentlichen
denjenigen, die auch zum Erzeugen einer Bildschirmansicht des 3D-Modells ver-
wendet werden und daher bereits in den meisten CAD-Programmen implemen-
tiert sind.


Eine solche berechnete 2D-Projektion ist jedoch in der Regel nicht optimal. Insbesondere für häufig verwendete Standard-Bauteile oder Standard-Merkmale eines Bauteils bestehen nämlich Konventionen zur "korrekten" zweidimensionalen Darstellung, die von der mathematisch berechneten Projektion abweichen. Eine
5 derartige Abweichung mag für die bloße Visualisierung eines 3D-Modells noch hinnehmbar sein. Für eine genaue 2D-Ansicht, die beispielsweise als Fertigungsplan verwendet werden soll, ist jedoch eine normgerechte Darstellung erforderlich.

10



Ein Beispiel für den gerade geschilderten Sachverhalt ist in Fig. 1a und Fig. 1b gezeigt. Fig. 1a stellt als 2D-Ansicht 10 die normgerechte Schnittansicht einer Schraubverbindung zweier Bauteile 12, 14 durch eine Schraube 16 und eine Mutter 18 dar. Die Mittelachse der Schraube 16 liegt in der Schnittebene. In
15 Fig. 1b ist beispielhaft gezeigt, wie eine 2D-Ansicht 10 derselben Baugruppe als 2D-Projektion von üblichen CAD-Programmen berechnet wird.

20



Obwohl die Darstellung von Fig. 1b mathematisch korrekt ist, bestehen mehrere unerwünschte Abweichungen zur normgerechten Ansicht von Fig. 1a. Erstens ist
in Fig. 1b die gesamte Schraubverbindung durch eine Schraffur als geschnitten gekennzeichnet. Üblich wäre es dagegen, die gesamte Schraubverbindung trotz der Schnittdarstellung der Bauteile 12 und 14 in einer ungeschnittenen Vorderansicht zu zeigen. Zweitens fehlen in Fig. 1b die Achslinie 20 und die die Gewindetiefe anzeigenden Gewindelinien 22. Drittens sind in Fig. 1b der Innensechskant 24 und die Sechskantmutter 18 unüblich dargestellt. Die übliche und damit vorzuziehende Darstellung wäre es, wie in Fig. 1a gezeigt, die Mutter 18 in einer zur Mittelachse symmetrischen Vorderansicht zu zeigen. Das Gleiche gilt für den Innensechskant 24, der überdies durch gestrichelte Linien als im Inneren des Schraubenkopfes befindlich gekennzeichnet werden sollte.

30

Die hier beispielhaft erläuterten Abweichungen der berechneten 2D-Projektion von der normgerechten (oder zumindest üblichen) Darstellung machen umfangreiche Nacharbeiten erforderlich. So müssen beispielsweise die Achslinie 20 und

die Gewindelinien 22 manuell eingezeichnet werden. Um eine symmetrische Anordnung der Mutter 18 und des Innensechskants 24 zu erreichen, muß der Benutzer die Schraubverbindung im 3D-Modell geeignet drehen. Ferner sind diverse Feinarbeiten hinsichtlich der Schnittschraffuren erforderlich. Diese
5 Arbeiten sind aufwendig und fehleranfällig. Sie lenken die Aufmerksamkeit des Benutzers von den eigentlichen Entwurfsaufgaben auf untergeordnete, formale Aspekte und verringern somit den Nutzen des CAD-Programms.

Aufgabe der Erfindung ist es demgemäß, die oben genannten Probleme zumin-
10 dest zum Teil zu vermeiden und somit den Automatisierungsgrad beim Erzeugen einer hochqualitativen 2D-Ansicht eines 3D-Modells zu erhöhen. Insbesondere soll durch die Erfindung das Maß der erforderlichen manuellen Nachbearbeitung automatisch erzeugter 2D-Ansichten verringert werden. Die Erfindung strebt somit eine Verbesserung der Brauchbarkeit von CAD-Programmen gerade auch im
15 Hinblick auf die automatische Erzeugung von Fertigungsplänen oder ähnlichen 2D-Ansichten an.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des
20 Anspruchs 10 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Weiterentwicklungen der Erfindung.

Die Erfindung geht von der Grundidee aus, zumindest einem Objekt eines 3D-
25 Modells mindestens eine vorgegebene 2D-Darstellung zuzuordnen. Die vorgegebene 2D-Darstellung ist die gewünschte Repräsentation dieses Objekts für eine bestimmte 2D-Ansicht. Beim Erzeugen dieser 2D-Ansicht wird dann nicht eine mathematisch berechnete 2D-Projektion des Objekts herangezogen, sondern es wird die vorgegebene 2D-Darstellung verwendet. Diese 2D-Darstellung
30 kann beispielsweise eine symbolische Repräsentation des Objekts sein, die den Gepflogenheiten und Normen technischer Zeichnungen entspricht, aber von der berechneten 2D-Projektion des Objekts abweicht.

7

Durch die Erfindung können genaue und normgerechte 2D-Ansichten erhalten werden. In der hier verwendeten Wortwahl soll als ein "Objekt" allgemein jeder Bestandteil des 3D-Modells betrachtet werden, beispielsweise ein Bauteil oder ein Abschnitt oder Teil oder Merkmal eines Bauteils oder eine Gruppe von Bauteilen. Ein "Objekt" im hier verwendeten Sinne kann in einer Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens einem Objekt im Sinne der objektorientierten Programmierung entsprechen; es sind jedoch auch andere Implementierungen vorgesehen, die entweder eine andere interne Objektstruktur aufweisen oder auf das Konzept programmiertechnischer Objekte ganz verzichten.

10

Unter dem Begriff "2D-Projektion" wird vorliegend jede zweidimensionale Darstellung eines Objekts verstanden, die durch ein im wesentlichen mathematisches Verfahren berechnet wird. Dieses Verfahren kann neben Projektionsoperationen im engeren Sinne auch Schnittoperationen enthalten. So wird im vorliegenden Text auch eine Berechnung einer 2D-Schnittdarstellung eines Objekts als "2D-Projektion" bezeichnet.

15

Die für ein Objekt vorgegebenen 2D-Darstellungen sind prinzipiell keiner Einschränkung unterworfen. Während diese Darstellungen in vielen Anwendungsfällen symbolische Repräsentationen des Objektes sein werden, muß es sich nicht notwendigerweise um normgerechte Darstellungen handeln. Vielmehr können die vorgegebenen 2D-Darstellungen auch nach anderen Kriterien erstellt sein und beispielsweise internen Konventionen oder Konventionen eines Bauteillieferanten genügen oder mehr oder weniger oder andere Informationen aufweisen als das Objekt des 3D-Modells.

20

25

In diesem Zusammenhang ist es ein überraschender Vorteil der Erfindung, daß in vielen Anwendungsfällen übliche und sich wiederholende Bauteile in dem 3D-Modell als weitgehend vereinfachte Objekte enthalten sein können. Diese Maßnahme verringert den Rechen- und Speicheraufwand für die Bearbeitung des 3D-Modells, und sie erhöht die Übersichtlichkeit des 3D-Modells, weil sich der Benutzer auf die unüblichen und ungewöhnlichen Bauteile konzentrieren kann und nicht von der Detailvielfalt der Standardbauteile abgelenkt wird. Durch die erfin-

30

dungsgemäße Technik sind auch solche 3D-Modelle mit vereinfachten Standardobjekten brauchbar, weil die vereinfachten Objekte detailgenaue vorgegebene 2D-Darstellungen für die diversen benötigten 2D-Ansichten aufweisen können.

- 5 In der Praxis werden vorgegebene 2D-Darstellungen hauptsächlich bei Objekten vorhanden sein, die häufig verwendet werden. Insbesondere kann es sich bei diesen Objekten um Standard-Bauteile (Schrauben, Muttern, Sicherungsringe, etc.) oder Standard-Merkmale (Freistiche, Zentrierbohrungen, etc.) oder Standard-Bauteilgruppen (Schraubverbindungen, Lager, etc.) handeln. Derartige
- 10 Objekte werden häufig von den Bauteilproduzenten oder von Drittanbietern erstellt und angeboten. Beim Entwurf einer Vorrichtung können dann geeignete Objekte aus einer Objektbibliothek ermittelt und in das 3D-Modell eingefügt werden. Weil diese Objekte nur einmal von dem Bauteilhersteller definiert werden müssen und dann immer wieder verwendet werden können, fällt der Zusatzauf-
- 15 wand für das Vorgeben geeigneter 2D-Darstellungen der Objekte kaum ins Gewicht.

In bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung wird bei der Überprüfung, ob eine 2D-Darstellung des Objekts vorhanden ist, die Art der zu erzeugenden 2D-Ansicht

20 berücksichtigt. Als "Art der 2D-Ansicht" wird hierbei jede Klassifizierung der zu erzeugenden Ansicht angesehen, die insbesondere nach einem oder mehreren der folgenden Kriterien vorgenommen werden kann:

- Blickrichtung der 2D-Ansicht (z.B. Vorderansicht, Draufsicht,
- 25 Seitenansicht, Rückansicht, Untersicht oder anderer Blickwinkel),
- geschnittene oder ungeschnittene Ansicht,
- vom Benutzer gewählte oder nach vorgegebenen Regeln vorgeschlagene
- 30 Darstellungsvarianten von Objekten (z.B. unterschiedliche Darstellungsvarianten einer Schraubverbindung wie in Fig. 4b bis Fig. 4d gezeigt),
- gewünschter Detailreichtum (z.B. "normal", "vereinfacht", "detailliert"),

- Ansicht nur eines einzigen Objekts oder des Objekts als Bestandteil eines umfassenderen 3D-Modells, und
- Maßstab der 2D-Ansicht.

5

Weitere Klassifizierungen der Art der 2D-Ansicht sind möglich und in Ausführungsvarianten vorgesehen; insbesondere können dies auch Klassifizierungen sein, die von anderen Objekten des 3D-Modells abhängen.

- 10 Vorzugsweise sind zumindest einigen Objekten mehrere vorgegebene 2D-Darstellungen für mehrere unterschiedliche Arten der zu erzeugenden 2D-Ansicht zugeordnet. Die Anzahl der Ansichtsarten, für die eine passende 2D-Darstellung vorhanden ist, wird typischerweise von der Verwendungshäufigkeit eines Objekts abhängen. Wegen der Vielzahl möglicher Ansichtsarten ist es jedoch nicht zu
- 15 erwarten, daß einem Objekt für jede denkbare 2D-Ansicht eine passende vorgegebene 2D-Darstellung zugeordnet ist. Dies ist jedoch unproblematisch, da selbst für ungewöhnliche 2D-Ansichten in jedem Fall eine 2D-Projektion des Objekts berechnet werden kann.

- 20 In bevorzugten Ausführungsformen werden die vorhandenen 2D-Darstellungen der Objekte bei der Berechnung verdeckter Linien berücksichtigt. Dabei sind vorzugsweise die beiden Fälle möglich, daß erstens die vorgegebene 2D-Darstellung Linien anderer Objekte verdeckt, und daß zweitens andere Objekte Linien der vorgegebenen 2D-Darstellung verdecken. Zur Berechnung der verdeckten Linien
- 25 werden in der Regel Informationen über die räumliche Anordnung der diversen Objekte des 3D-Modells herangezogen, und vorzugsweise überdies Informationen über die Art des Objekts und/oder die Art der 2D-Ansicht. So sind beispielsweise bei der Darstellung einer Schraubverbindung je nach der Darstellungsart unterschiedliche Linienverdeckungen möglich.

30

Die gerade geschilderte Funktionalität der Unterdrückung verdeckter Linien auch im Zusammenhang mit eingefügten 2D-Darstellungen wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß jede eingefügte 2D-Darstellung als flaches Objekt angesehen wird.

10
5 Durch diese Technik können die bereits im CAD-Programm vorgesehenen Mechanismen zur Unterdrückung verdeckter Linien und zur Darstellung von Schnittansichten weiterverwendet werden. Eine aufwendige Sonderbehandlung der 2D-Darstellungen ist in solchen bevorzugten Ausführungsformen nicht erforderlich.

10 Beim Einfügen des flachen Objekts wird dessen Position vorzugsweise in Abhängigkeit von einem oder mehreren Kriterien festgelegt. Beispiele für solche Kriterien sind insbesondere die Art des Objekts, die Art der 2D-Ansicht oder das Vorhandensein bzw. Fehlen anderer Objekte in dem 3D-Modell. Der hier verwendete Begriff "Position" umfaßt dabei einen oder mehrere der folgenden Aspekte:

- 15 - Position der 2D-Darstellung in der Betrachtungsebene der 2D-Ansicht (z.B. Anordnung einer Schraube in einer Seitenansicht derart, daß die Mittelachse der Schraube mit der Mittelachse des entsprechenden Objekts des 3D-Modells zusammenfällt),
- 20 - Position des flachen Objekts senkrecht zur Darstellungsebene der 2D-Ansicht (um das gewünschte Ergebnis bei der Unterdrückung verborgener Linien zu erreichen), und
- Position des flachen Objekts im Hinblick auf eine Drehung um eine Achse senkrecht zur Darstellungsebene bzw. um andere Achsen.

25 Besonders bevorzugt sind Ausführungsformen der Erfindung, bei denen zur Darstellung von Baugruppen zunächst eine Berechnung verdeckter Linien hinsichtlich der 2D-Darstellungen der Elemente einer Baugruppe erfolgt, um ein flaches Objekt mit einer Darstellung der gesamten Baugruppe zu erreichen, und dann das flache Objekt seinerseits bei der Berechnung verdeckter Linien im
30 Hinblick auf andere Objekte herangezogen wird.

Eine geeignete gedrehte oder geneigte Wiedergabe der vorgegebenen 2D-Darstellung kann insbesondere durch eine affine Transformation dieser Darstellung

erreicht werden. In unterschiedlichen Ausführungsalternativen können wahlweise nur Drehungen oder auch komplexere affine Transformationen vorgesehen sein.

Die Aufzählungsreihenfolge der Verfahrensschritte in den Ansprüchen soll keine
5 Einschränkung des Schutzbereichs bedeuten. Vielmehr können die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auch in anderer Reihenfolge oder parallel oder quasi-parallel (ineinander verzahnt) ausgeführt werden.

10 In bevorzugten Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Computerprogramm- produkts beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind diese mit Merkmalen weitergebildet, die den gerade beschriebenen und/oder in den abhängigen Verfahrensansprüchen genannten Merkmalen entsprechen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Aufgaben der Erfindung gehen aus der folgen-
15 den detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen hervor. Es wird auf die schematischen Zeichnungen verwiesen. Es stellen dar:

Fig. 1a und Fig. 1b eine normgerechte 2D-Ansicht beziehungsweise eine nach
dem Stand der Technik berechnete 2D-Ansicht einer Schraubverbindung,

20

Fig. 2 eine Skizze zur Erläuterung der vorliegenden Erfindung an einem Beispiel,

Fig. 3 ein Flußdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen
Verfahrens, und

25

Fig. 4a bis Fig. 4d unterschiedliche Arten einer 2D-Ansicht einer Schraubver-
bindung.

Die Darstellungen von Fig. 1a und Fig. 1b wurden oben schon beschrieben. Zur
30 nochmaligen Verdeutlichung der Erfindung und zur Veranschaulichung der hier verwendeten Terminologie ist in Fig. 2 ein 3D-Modell 30 gezeigt, das im vorlie-
genden Beispiel nur ein einziges Objekt 32, nämlich eine Schraube, aufweist. Um
eine 2D-Ansicht 40 einer vorgegebenen Art (hier eine Vorderansicht parallel zur

Schraubenachse) zu erzeugen, kann mittels mathematischer Verfahren eine 2D-Projektion 42 des Objekts 32 berechnet werden. Diese Verfahren sind an sich bekannt und nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

- 5 Die berechnete 2D-Projektion 42 entspricht jedoch im Hinblick auf mehrere Darstellungsdetails nicht dem für eine technische Zeichnung gewünschten Ergebnis, wie dies eingangs schon unter Hinweis auf Fig. 1a und Fig. 1b erläutert wurde. Um eine verbesserte 2D-Ansicht 40 zu erhalten, ist daher dem Objekt 32 ein Verzeichnis 50 zugeordnet, das für unterschiedliche Arten von 2D-Ansichten (z.B. Vorderansicht, Draufsicht, etc.) je eine vorgegebene 2D-Darstellung 52 des Objekts 32 enthält. Da für die hier gewählte geschnittene Seitenansicht des Objekts 32 eine passende 2D-Darstellung 52 im Verzeichnis 50 vorhanden ist, wird diese 2D-Darstellung 52 statt der 2D-Projektion 42 für die erzeugte 2D-Ansicht 40 verwendet. Die 2D-Darstellung 52 ersetzt somit die andernfalls zu berechnende 2D-Projektion 42.

- Die gerade unter Hinweis auf Fig. 2 zusammenfassend beschriebenen Verfahrensschritte sind in dem Flußdiagramm von Fig. 3 genauer dargestellt. Das Verfahren wird von einem Computer (beispielsweise einem üblichen persönlichen Computer oder einer leistungsfähigen Workstation) unter Steuerung eines CAD-Programms automatisch ausgeführt. Der Anstoß für die Ausführung des Verfahrens wird von einem Benutzer direkt oder indirekt (über einen Makromechanismus) gegeben. Als Parameter für die Verfahrensausführung dienen Informationen über die Art der gewünschten 2D-Ansicht (z.B. Blickrichtung, geschnittene/ungeschnittene Ansicht, Maßstab, etc.).

- Als erster Schritt 60 des Verfahrens wird ein Objekt des 3D-Modells ausgewählt. Die Auswahl kann beispielsweise in der Ordnung abnehmenden Abstands des Objekts vom Betrachter erfolgen, um somit die Unterdrückung verborgener Linien zu vereinfachen. Steht das ausgewählte Objekt fest, wird in Test 62 überprüft, ob eine für die zu erstellende 2D-Ansicht geeignete 2D-Darstellung des Objekts verfügbar ist. Bei dieser Überprüfung werden insbesondere die Blickrichtung der 2D-Ansicht, die Klassifizierung der Ansicht als geschnittene oder ungeschnittene Dar-

stellung und benutzerdefinierte Optionen hinsichtlich der Darstellungsart ausgewertet. Zur Beschleunigung kann in Ausführungsalternativen vorab ein Test durchgeführt werden, ob das Objekt ein Standard-Bauteil ist, weil in der Regel nur für solche Standard-Bauteile geeignete 2D-Darstellungen vorhanden sein werden.

5

Falls eine geeignete 2D-Darstellung vorhanden ist (Zweig "Ja" in Test 62), so wird in Schritt 64 auf diese 2D-Darstellung zugegriffen. In Schritt 66 erfolgt eine affine Transformation der 2D-Darstellung, um diese Darstellung innerhalb der Ebene der 2D-Ansicht an die Orientierung und die Abmessungen des Objekts anzupassen.

10

Schließlich wird in Schritt 68 die 2D-Darstellung als flaches Objekt generiert und in der zu erzeugenden 2D-Ansicht positioniert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind als Elemente des flachen Objekts Linien, Bögen, Linienfolgen und Regionen vorgesehen. In Ausführungsalternativen kann das flache Objekt weitere Elemente aufweisen, oder es kann als eine zweidimensionale Zeichnung ausgestaltet sein. In weiteren Ausführungsvarianten ist vorgesehen, das flache Objekt aus mehreren 2D-Darstellungen einzelner Elemente einer Baugruppe (z.B. einer Schraubverbindung) zusammenzusetzen, wobei schon in diesem Schritt eine Unterdrückung von Linien, die von Elementen der Baugruppe verdeckt werden, vorgesehen ist.

15

20

Die Positionierung des flachen Objekts in Schritt 68 betrifft sowohl die Anordnung des flachen Objekts in der Erstreckung der Ebene der 2D-Ansicht als auch die Anordnung des flachen Objekts senkrecht dazu. Die Positionierung in der zweitgenannten Richtung dient dazu, eine korrekte Unterdrückung verdeckter Linien zu ermöglichen, wie dies unten noch anhand der Beispiele von Fig. 4a bis Fig. 4d genauer erläutert werden wird.

25

Falls in Test 62 keine geeignete 2D-Darstellung gefunden wurde (Zweig "Nein"), berechnet das CAD-Programm auf an sich bekannte Weise in Schritt 70 die übliche 2D-Projektion des Objekts.

30

In Schritt 72 werden die zur Unterdrückung verdeckter Linien erforderlichen Berechnungen ausgeführt. Diese Berechnungen werden in der schematischen Darstellung von Fig. 3 bei jedem Schleifendurchlauf vorgenommen. Alternativ ist es auch möglich, die Berechnungen ganz oder teilweise zu bündeln, so daß sie für mehrere Objekte gleichzeitig erfolgen. Derartige gebündelte Berechnungen können nach mehreren Schleifendurchläufen vorgenommen werden. Sie können jedoch auch, wie dies oben bereits in Zusammenhang mit Schritt 68 beschrieben wurde, zu einer Vorab-Berechnung der Verdeckungsverhältnisse zwischen den Elementen einer Baugruppe dienen.

10

Falls ein weiteres Objekt im 3D-Modell vorhanden ist, wird der Zweig "Ja" von Test 74 gewählt, und die Programmausführung wird mit der Auswahl eines noch nicht bearbeiteten Objekts in Schritt 60 fortgesetzt. Sind alle Objekte abgearbeitet worden (Zweig "Nein") von Test 74, so wird in Schritt 76 die 2D-Ansicht fertiggestellt. Dies schließt insbesondere eventuell noch ausstehende Schritte der Berechnung und Unterdrückung verdeckter Linien ein. Die fertiggestellte 2D-Ansicht und insbesondere die verwendeten 2D-Darstellungen werden gespeichert, damit zumindest zum Teil eine Wiederholung der rechenaufwendigen Verarbeitungsschritte von Fig. 3 bei einer geringen Änderung des Modells beziehungsweise einer geringen Änderung der Ansichtsparameter vermieden werden kann.

15

20

In Fig. 4a bis 4d sind mehrere alternative 2D-Ansichten 10 einer Schraubverbindung mit einem Bauteil 12, einer Schraube 16 und einer Mutter 18 dargestellt. Welche dieser Alternativen angezeigt wird, hängt von der durch den Benutzer bestimmten Art der 2D-Ansicht 10 ab. Die Darstellung in Fig. 4a ist die standardgemäße geschnittene Darstellung, während die Darstellungen in Fig. 4b bis Fig. 4c drei unterschiedliche, vom Benutzer wählbare Ausgestaltungen einer Vorderansicht sind.

25

Die 2D-Ansicht 10 von Fig. 4a ergibt sich, indem das von der Schraubverbindung durchdrungene Bauteil geschnitten dargestellt wird. Die 2D-Darstellung der Schraube 16 wird unmittelbar vor der Schnittoberfläche angeordnet, und weitere Bestandteile der Schraubverbindung (Mutter 18, Beilagscheiben, etc.) werden

30

15

5 ihrerseits unmittelbar vor der Schraube 16 positioniert (Schritt 68 in Fig. 3). Verborgene Linien werden nicht dargestellt (Schritt 72 in Fig. 3). Eine Seitenansicht entsprechend der Vorderansicht von Fig. 4a wird prinzipiell auf die gleiche Weise gebildet, wobei jedoch eine andere 2D-Darstellung der Schraube 16 beziehungsweise der Mutter 18 (anderer Blickwinkel auf die Sechskantform) herangezogen wird.

10 Bei der bereits erwähnten Ausführungsvariante, bei der eine Vorab-Berechnung von verdeckten Linien innerhalb einer Baugruppe erfolgt, wird zunächst eine Gesamt-2D-Ansicht der Schraubverbindung aus der 2D-Darstellung der Schraube 16 und der 2D-Darstellung der Mutter 18 gebildet. Dabei werden von der Mutter 18 verdeckte Linien der Schraube 16 unterdrückt. Diese Gesamt-2D-Darstellung wird dann vor dem geschnittenen Bauteil angeordnet, und es wird eine zweite Verdeckt-Berechnung ausgeführt, diesmal aber von dem eigentlichen 3D-2D-Projektionsmechanismus.

15

Die 2D-Ansicht 10 gemäß Fig. 4b ergibt sich, indem eine nicht-geschnittene Vorderansicht des Bauteils 12 gewählt wird. Verborgene Linien des im Inneren dieses Bauteils 12 verlaufenden Abschnitts der Schraube 16 werden unterdrückt.

20 Die Mutter 18 und gegebenenfalls weitere Bestandteile der Schraubverbindung werden unmittelbar vor der 2D-Darstellung der Schraube 16 angeordnet. In der Zeichenebene werden die Hauptachsen der Schraube 16, der Mutter 18 und der (in Fig. 4b nicht sichtbaren) Bohrung im Bauteil 12 so angeordnet, daß sie übereinstimmen. Eine entsprechende Achslinie 20 wird angezeigt.

25 Die in Fig. 4c gezeigte 2D-Ansicht 10 ist ähnlich wie die von Fig. 4b, wobei jedoch von dem Bauteil 12 verborgene Linien der Bohrung und der Schraube 16 gezeigt werden. Linien der Schraube 16, die von der Mutter 18 verborgen sind, werden nicht dargestellt. Diese 2D-Ansicht ist nur in Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen CAD-Programms möglich, bei denen selektiv Linien, die von bestimmten Objekten verborgen werden, ein- oder ausgeblendet werden können. Die Anordnung der 2D-Darstellungen von Schraube 16 und Mutter 18 ist wiederum so,

30

daß deren Hauptachsen mit der Mittellinie der Bohrung im Bauteil 12 zusammenfallen.

Bei der 2D-Ansicht 10 nach Fig. 4d weist das Bauteil 12 einen Ausbruch auf, um die Einzelheiten der Schraubverbindung besser zeigen zu können. Diese Darstellungsform ist ebenfalls nur in Ausgestaltungen der Erfindung möglich, die einen flexiblen Mechanismus zur Unterdrückung nicht-sichtbarer Linien aufweisen. So kann beispielsweise die Möglichkeit vorgesehen sein, die Position einer 2D-Darstellung im Hinblick auf die Unterdrückung nicht-sichtbarer Linien anders festzulegen als es der "eigentlichen" Position des Objekts entsprechen würde. Die 2D-Ansicht 10 gemäß Fig. 4d ergibt sich dann dadurch, daß die vorgegebenen 2D-Darstellungen der Schraube 16, der Mutter 18 und des Ausbruchs fiktiv vor dem Bauteil angeordnet werden.

Auch bei den Darstellungen nach Fig. 4b bis Fig. 4d sind wiederum Ausführungsvarianten vorgesehen, die eine Vorab-Berechnung von verdeckten Linien innerhalb einer Baugruppe durchführen, wie dies oben am Beispiel der Darstellung von Fig. 4a bereits erläutert wurde.

Die gerade beispielhaft erläuterten Schraubverbindungen stellen einen besonders komplexen Fall der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Dennoch lassen sich zufriedenstellende Ergebnisse in vielen Fällen bereits durch eine einfache Ersetzung der berechneten 2D-Projektion eines Objekts durch die vorgegebene 2D-Darstellung erzielen. Dies gilt um so mehr bei einfacheren Anwendungsfällen. Um nur ein weiteres Beispiel zu nennen, werden Zahnräder in einem 3D-Modell üblicherweise nur mit einem oder zwei Zähnen dargestellt. Entsprechend würde die 2D-Projektion nur einen oder zwei Zähne aufweisen, während in einer "korrekten" 2D-Ansicht die Darstellung aller Zähne üblich wäre. Diese korrekte 2D-Ansicht läßt sich auf einfache Weise erzielen, indem (z.B. bei der Draufsicht auf die Stirnseite des Zahnrads) eine vorgegebene 2D-Ersatzdarstellung angezeigt wird. Die 2D-Darstellung wird in der Zeichenebene zentriert auf dem Zahnrad angeordnet. Hinsichtlich der zur Zeichenebene normalen Richtung liegt die 2D-Darstellung als flaches Objekt vor dem Zahnrad und ersetzt dieses.

Es ist somit gezeigt worden, daß sich durch die Erfindung bedeutende Fortschritte im Hinblick auf eine weitgehende Automatisierung der Erzeugung genauer 2D-Ansichten von 3D-Modellen erzielen lassen. Weitere Abwandlungen der oben
5 beschriebenen Ausführungsbeispiele sind für den Fachmann offensichtlich.

Ansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer 2D-Ansicht (10, 40) eines mindestens ein
5 Objekt (32) enthaltenden 3D-Modells (30), mit den für mindestens ein Objekt (32)
des 3D-Modells (30) ausgeführten Schritten:
 - Überprüfen, ob eine vorgegebene 2D-Darstellung (52) des Objekts (32) für
die 2D-Ansicht (10, 40) vorhanden ist,
 - falls die 2D-Darstellung (52) vorhanden ist, Verwenden dieser 2D-Darstel-
10 lung (52) in der 2D-Ansicht (40), und
 - falls die 2D-Darstellung (52) nicht vorhanden ist, Berechnen einer 2D-Pro-
jektion (42) des Objekts (32) und Verwenden dieser 2D-Projektion (42) in der 2D-
Ansicht (10, 40).
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die vorgegebene 2D-Darstellung (52) des Objekts (32) eine symbolische
Repräsentation des Objekts (32) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
20 bei dem bei der Überprüfung, ob die vorgegebene 2D-Darstellung (52) des Ob-
jekts (32) vorhanden ist, die Art der zu erstellenden 2D-Ansicht (40) berücksichtigt
wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
25 bei dem in der 2D-Ansicht (40) Linien der vorgegebenen 2D-Darstellung (52) des
Objekts (32) unterdrückt werden, soweit sie von dem Objekt (32) oder anderen
Objekten des 3D-Modells (30) verdeckt sind, wobei die Einordnung einer Linie als
verdeckt oder sichtbar in Abhängigkeit von der Art des Objekts (32) und/oder der
Art der 2D-Ansicht (40) und/oder anderen Objekten in dem 3D-Modell (30) erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem in der 2D-Ansicht (40) Linien des Objekts (32) oder anderer Objekte des
3D-Modells (30) unterdrückt werden, soweit sie von der vorgegebenen 2D-Dar-

stellung (52) des Objekts (32) verdeckt werden, wobei die Einordnung einer Linie als verdeckt oder sichtbar in Abhängigkeit von der Art des Objekts (32) und/oder der Art der 2D-Ansicht (40) und/oder anderen Objekten in dem 3D-Modell (30) erfolgt.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die vorgegebene 2D-Darstellung (52) des Objekts (32) als flaches Objekt beim Erzeugen der 2D-Ansicht (40) verwendet wird.

10

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Position des flachen Objekts in Abhängigkeit von der Art des Objekts (32) und/oder der Art der 2D-Ansicht (40) und/oder anderen Objekten in dem 3D-Modell (30) festgelegt wird.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die vorgegebene 2D-Darstellung (52) beim Erzeugen der 2D-Ansicht (40) einer affinen Transformation unterzogen wird.

20

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das Objekt (32) ein Bauteil oder ein Merkmal eines Bauteils oder eine Gruppe von Bauteilen repräsentiert.

25

10. Computerprogrammprodukt zur Ausführung durch einen Computer zum Erzeugen einer 2D-Ansicht (10, 40) eines 3D-Modells (30), das Computerbefehle aufweist, welche den Computer veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.

11. Vorrichtung mit mindestens einem Computer, der zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 programmiert ist.

Zusammenfassung

Erzeugen einer 2D-Ansicht eines 3D-Modells

5

Ein Verfahren zum Erzeugen einer 2D-Ansicht (40) eines mindestens ein Objekt (32) enthaltenden 3D-Modells (30) weist die für mindestens ein Objekt (32) des 3D-Modells (30) ausgeführten Schritte auf, zu überprüfen, ob eine vorgegebene 2D-Darstellung (52) des Objekts (32) für die 2D-Ansicht (10, 40) vorhanden ist, .

10 falls die 2D-Darstellung (52) vorhanden ist, diese 2D-Darstellung (52) in der 2D-Ansicht (40) zu verwenden, und, falls die 2D-Darstellung (52) nicht vorhanden ist, eine 2D-Projektion (42) des Objekts (32) zu berechnen und diese 2D-Projektion (42) in der 2D-Ansicht (10, 40) zu verwenden. Ein Computerprogrammprodukt und eine Vorrichtung weisen entsprechende Merkmale auf. Durch die Erfindung

15 läßt sich der Automatisierungsgrad beim Erzeugen einer hochqualitativen 2D-Ansicht eines 3D-Modells erhöhen.

(Fig. 2)

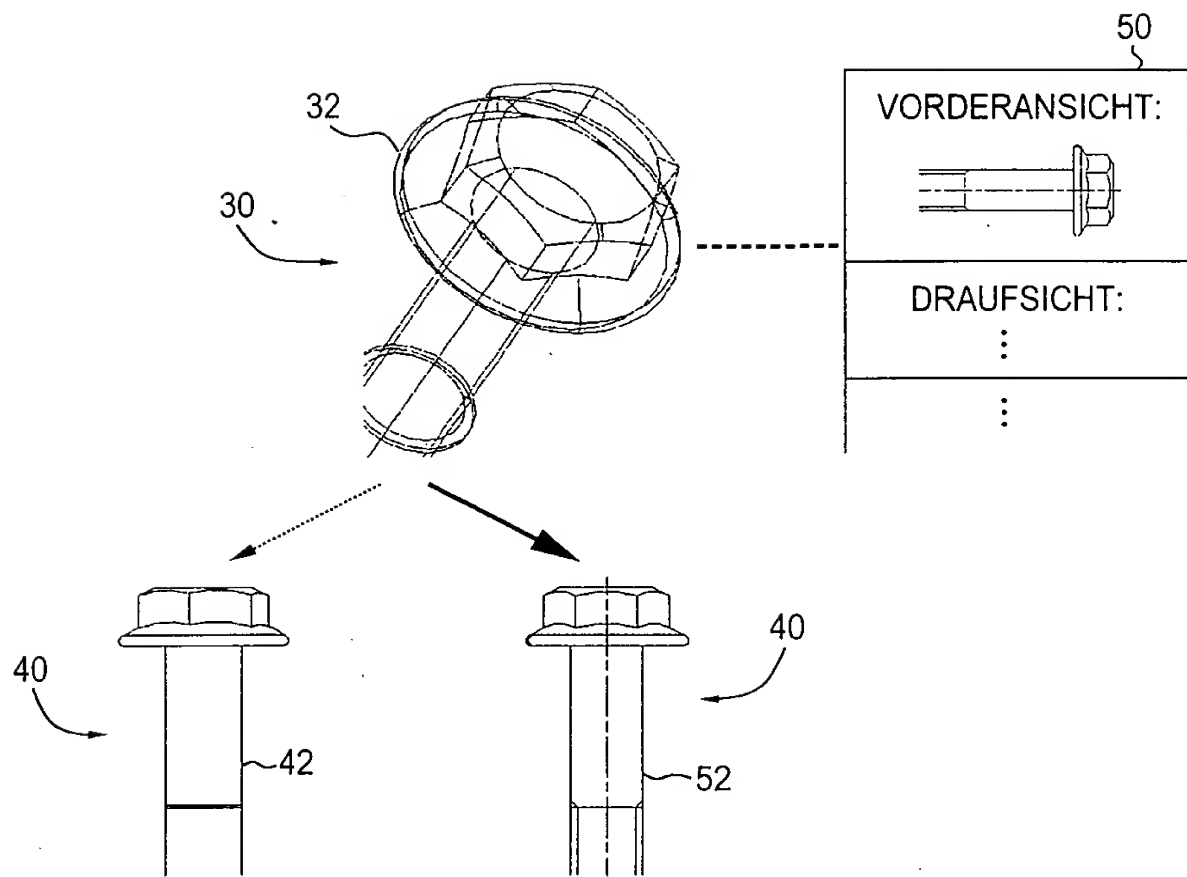
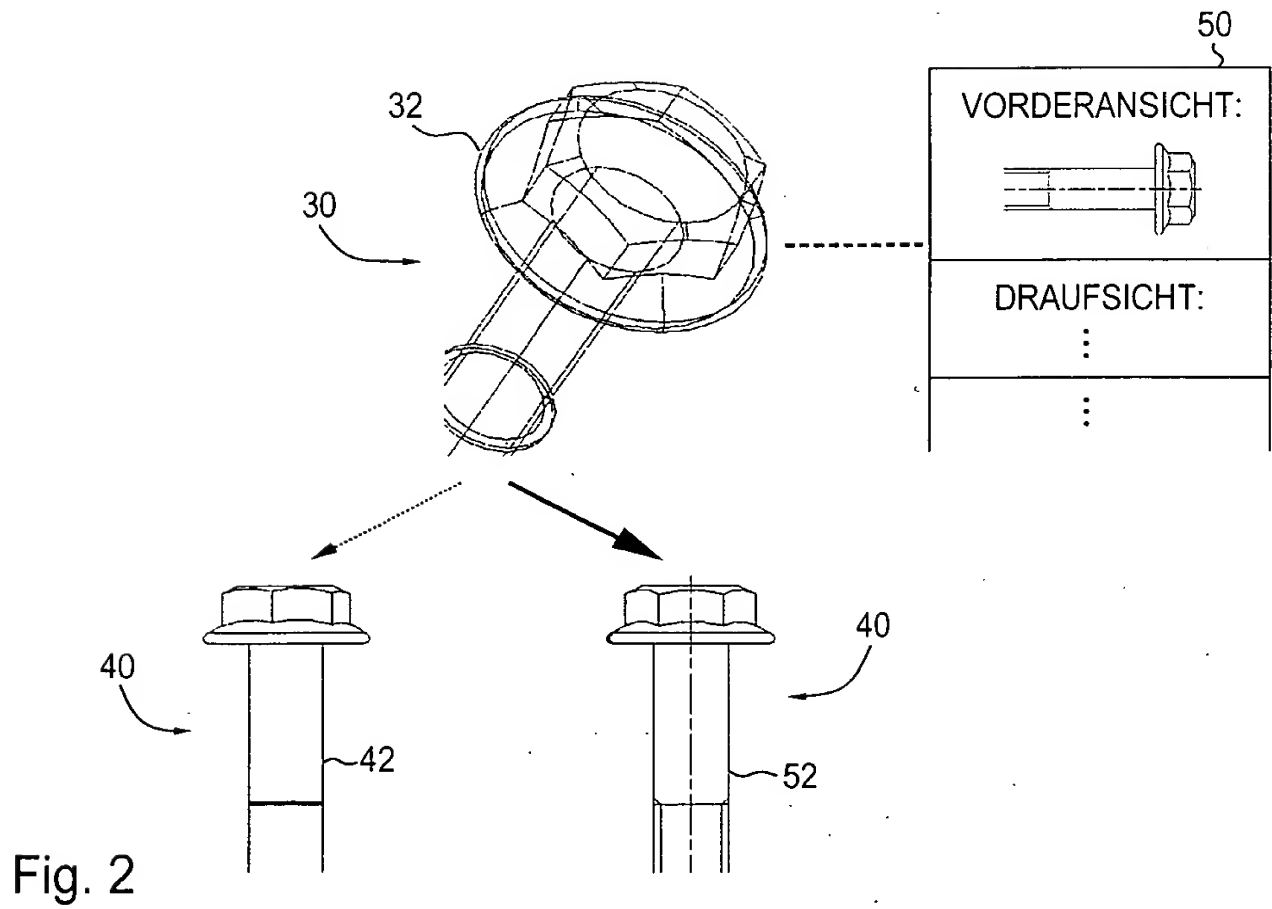
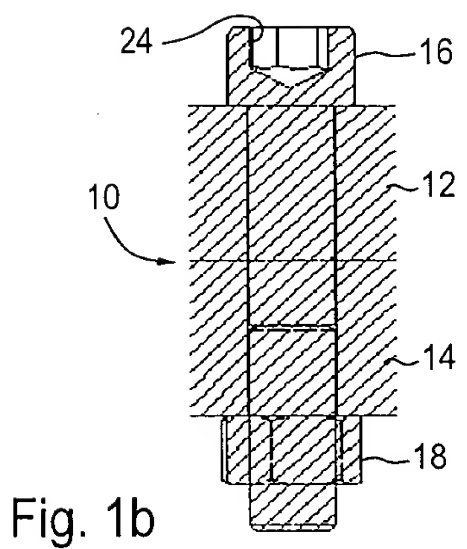
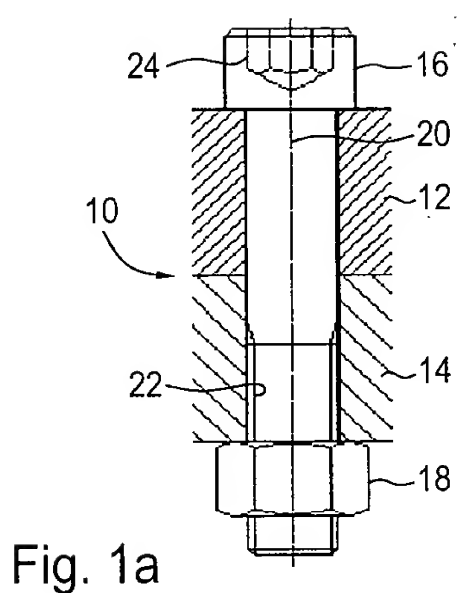


Fig. 2



2/3

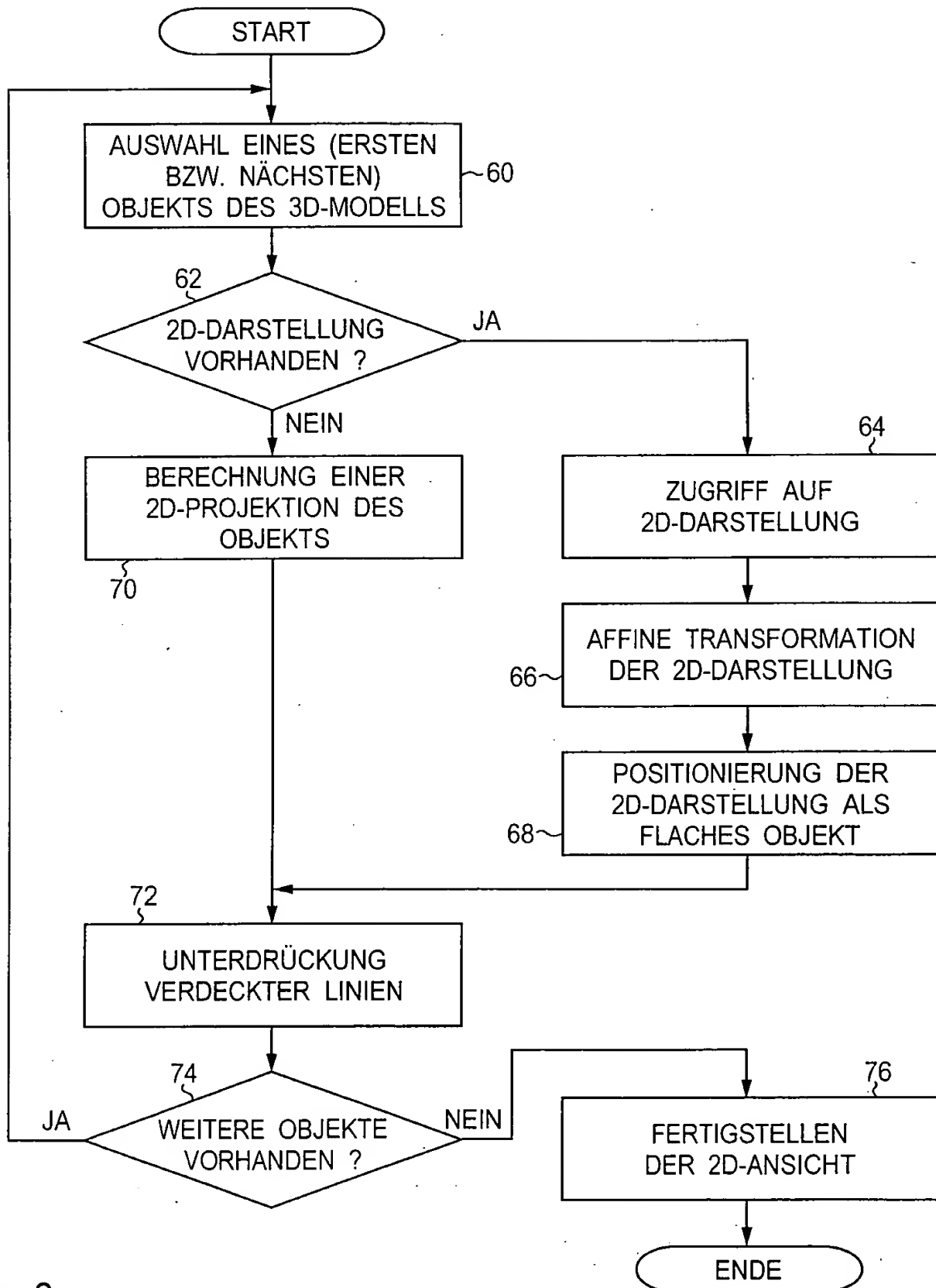


Fig. 3

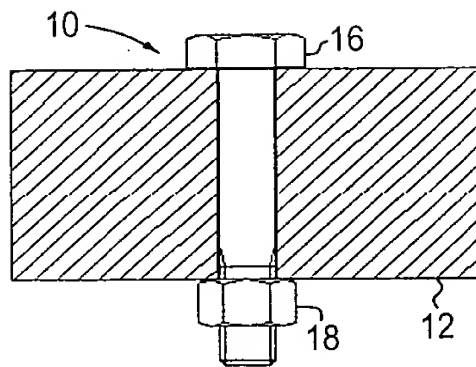


Fig. 4a

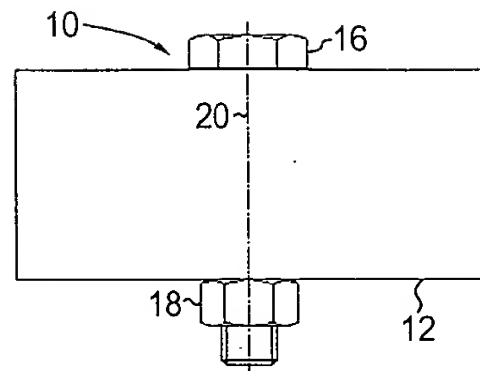


Fig. 4b

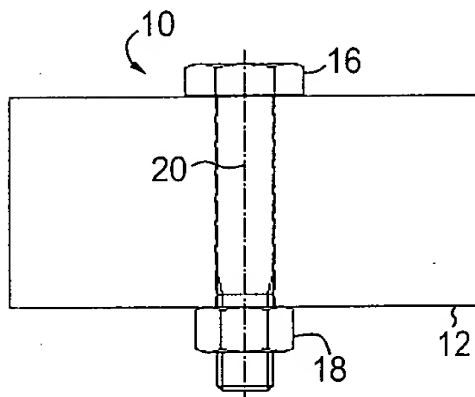


Fig. 4c

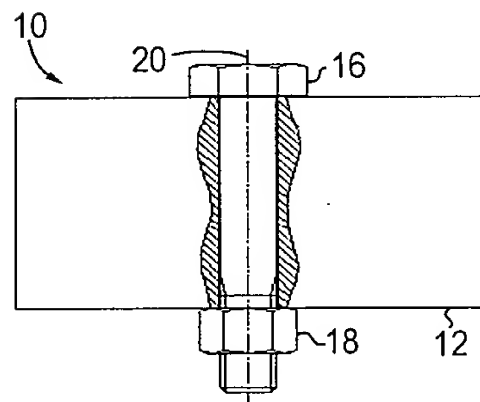


Fig. 4d